

УДК 141:115

DOI: 10.34670/AR.2020.68.61.006

**Фундаментальные физические постоянные как инструменты
и продукты становления «Действительности»
(опыт нового методологического подхода
к проблеме «тонкой настройки Вселенной»)**

Макухин Петр Геннадьевич

Кандидат философских наук,
доцент кафедры «История, философия и социальные коммуникации»,
Омский государственный технический университет,
644050, Российская Федерация, Омск, просп. Мира, 11;
e-mail: petr_makuhin@mail.ru

Аннотация

Пределного уровня рефлексия над фундаментальными физическими постоянными выходит за рамки философии математики, в которой она выступает одним из направлений осмысления статуса математических объектов, касаясь и других областей любознательности. Ведь именно из предпринятых учеными конца XIX – начала XX в. попыток объяснения совпадений «больших чисел» «выросло» естественнонаучное осмысление антропного принципа. Соответствующие идеи математиков, физиков, космологов XX в. переосмысливаются в статье на основе того методологического подхода к решению философских проблем естествознания (в первую очередь антропного принципа и времени), который разрабатывается автором статьи и В.О. Бернацким. «Тонкая настройка Вселенной» относится нами не к Бытию, а к Действительности как познавательной и/или практически «освоенной» человечеством области последнего, что устраняет потребность в антропном принципе для объяснения согласованности/гармоничности фундаментальных физических постоянных (иными словами, их «взрывной неустойчивости» к минимальным изменениям значений).

Для цитирования в научных исследованиях

Макухин П.Г. Фундаментальные физические постоянные как инструменты и продукты становления «Действительности» (опыт нового методологического подхода к проблеме «тонкой настройки Вселенной») // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. 2020. Том 9. № 2А. С. 57-72. DOI: 10.34670/AR.2020.68.61.006

Ключевые слова

Фундаментальные физические константы, антропный космологический принцип, Бытие и Действительность, современное естествознание, космология и философия, методология науки, синергетика.

Введение

Одним из главных успехов современного естествознания является открытие фундаментальных физических постоянных (далее – ФФП), т. е. входящих в основные уравнения констант, описывающих «фундаментальные законы природы и свойства материи» [Фаустов, 1998, т. 5, 381] и определяющих «точность, полноту и единство наших представлений об окружающем мире»¹ [Там же] (другими словами, фиксирующих «информацию о наиболее фундаментальных, основополагающих свойствах материи» [Спиридонов, 1991, 3]). Таковые константы возникают «в теоретич[еских] моделях наблюдаемых явлений в виде универсальных коэф[фициентов] в соответствующих матем[атических] выражениях» [Фаустов, 1998, т. 5, 381], за счет чего и становятся возможными «инвариантные соотношения» между теми или иными измеряемыми величинами. Более того, в качестве «основной закономерности» прогресса физики указывают на переход от классической формы последней, «не содержащей постоянных, которые имели фундаментальный статус, к современной физике, в которой центральную роль играют фундаментальные постоянные» [Томилини, 2006, 8].

Если же взглянуть на ФФП с точки зрения того, *какую проблему они представляют для современного естествознания*, то уместны следующие констатации: «Сегодня нам неизвестно, как эти константы генерируются и могут ли они изменяться со временем. Между фундаментальными постоянными могут иметься неизвестные соотношения» [Фритцш, 2009, 391], способные сократить количество ФФП². Или, в более лаконичном изложении, последние, «измеренные экспериментально с высокой степенью точности... не имеют пока сколь-либо убедительной теоретической интерпретации» [Спиридонов, 1991, 3-4]. Нередко в связи с этим используют концепт «тонкая настройка Вселенной» (от англ. *fine-tuning*). Для прояснения его смысла обратимся к одноименному разделу³ «Мира многих миров...» видного американского космолога советского происхождения А.В. Виленкина. Хотя значения ФФП и могут показаться «простым капризом», за ними «удивительным образом... похоже, стоит некая система... Исследования в различных областях физики обнаружили, что многие существенные особенности нашей Вселенной чувствительны к точному значению некоторых констант» [Виленкин, 2010, 171].

Для современной же философии проблемный аспект ФФП открывается, *во-первых*, с точки зрения осмысления статуса математических объектов как таковых; чтобы показать значимость этого вопроса, укажем, что сама философия математики определяется как область исследования, объектом которой являются «основания математического знания, место математики в системе знания, *онтологический статус математических объектов*, методы

¹ Основными составляющими рассматриваемого «набора» являются гравитационная постоянная G , скорость света c , Планка постоянная h , заряд электрона E , массы электрона и протона: m_e и m_p , постоянная Больцмана k и др. [Фаустов, 1998, т. 5, 381]

² Иначе говоря, перечень ФФП, *во-первых*, «не является фиксированным и тесно связан с выбором системы единиц физ[ических] величин» и, *во-вторых*, может как расширяться «вследствие открытия новых явлений и создания теорий, их объясняющих», так и сокращаться по причине создания «более общих фундаментальных теорий» [Фаустов, 1998, т. 5, 381].

³ Данный раздел входит в главу «Антропные владения», что показательно в плане связи с проблемой антропного принципа.

математики»⁴ [Гутнер, 2010, 216]. В поисках ответа на этот вопрос обратимся к позиции коллектива свердловских философов, выделяющих: *реализм* (Платон)⁵, *концептуализм* (Аристотель)⁶ и *номинализм*⁷ [Брянник, Томюк, 2014, 114-115]. Мы вернемся к этой проблеме, предложив в определенном смысле альтернативный подход к ее решению. Но более важной для настоящей статьи является то, что обозначается нами как *во-вторых*. Это направление философской рефлексии над ФФП, которое выводит нас за рамки философии математики, затрагивая и другие области любознания, а также естествознания и человекознания⁸. Речь идет о дискуссиях по поводу антропного принципа (далее – АП), *сформулированного представителями естествознания в результате попыток объяснения совпадений так называемых «больших чисел», представляющего собой разновидность ФФП*. Чтобы показать связь проблемы последних с антропным принципом, приведем его наиболее показательное в этом аспекте определение: утверждение современной космологии, фиксирующее «зависимость существования человека как сложной системы и космического существа от физических параметров Вселенной (в частности, от фундаментальных физических постоянных – постоянной Планка, скорости света, массы протона и электрона и др.)» [Вязовкин, 2003, 50]. Если бы изменилось значение хоть одной из них, «стало бы невозможным существование тех или иных физических объектов – ядер, атомов и т. д... и жизнь⁹ стала бы невозможной» [Там же]. В плане исторической ретроспективы особый интерес представляют рассуждения А. Эйнштейна из «Автобиографических заметок» (1949 г.), подводящих определенный итог его исследования: «произвольных постоянных не существует. ...природа устроена так, что ее законы в большой мере определяются уже чисто логическими требованиями настолько, что в выражения этих законов входят только постоянные, допускающие теоретическое определение (т. е. такие постоянные, что их численные значения нельзя менять, не разрушая теории)» [Эйнштейн, 1967, т. 4, 281]. Однако же, признавался великий философствующий физик, эту гипотезу на момент ее высказывания было «нельзя обосновать... ни на чем другом, кроме веры в простоту и понятность природы» [Там же]. В конце же XX в. у физиков появились веские доводы в пользу этого. Прочитаем пару вышедших в 1991 г. работ наших соотечественников, посвященных ФФП. Л.Б. Окунь связывает проблему таковых констант с вопросом, который он справедливо называет философским: «Почему физический мир так хорошо приспособлен для существования жизни и единствен ли он?»¹⁰ [Окунь, 1991, 177]. О.П. Спиридонов отмечает, что исследования ФФП «вызывают повышенный интерес даже у весьма далеких от физики людей»

⁴ Курсив здесь и далее мой. – П.М.

⁵ Наделяющий объекты математики и более высоким онтологическим статусом (по сравнению с природными объектами), и более высоким эпистемологическим статусом, нежели другие познавательные категории.

⁶ «Помещающий» математические понятия исключительно в сознание человека и в то же время оценивающий математический язык в качестве «лучшего способа описания мира», т. е. эта позиция расходится с прошлой по первому пункту, но солидаризируется с ней по второму

⁷ Для которого математические объекты не более чем «удобные в применении» символы, вводимые в науку конвенциональным способом.

⁸ Хотя, конечно, мы не считаем, что решение проблемы так называемых «ФФП» – задача исключительно философии.

⁹ Равно как и другие сложные структуры. – П.М.

¹⁰ Для нас особенно важно следующее его замечание: дискуссия по поводу проблемы адекватности выбора единиц измерения рассматриваемых констант «увязывает физику элементарных частиц и космологию» [Окунь, 1991, 177].

[Спиридонов, 1991, 4], поскольку порождают «вопросы принципиального плана: как могла сформироваться наша Вселенная с ее уникальным набором физических констант, при котором были обеспечены условия для возникновения и существования жизни?» [Там же].

Таковые констатации и естественников, и тем более философов можно было бы приводить и еще, но и рассмотренного достаточно для понимания того, почему же выше мы придали АП столь универсальное значение. Усиливая это, позволим себе повторить собственную мысль, обоснованную в цитируемой работе. АП суть выражение в области естествознания многотысячелетних попыток человеческого мышления (вначале в форме мифологии, затем религии и философии) «понять место человека в Мире, раскрыть и (объяснить) тайны соотношения Бытия и сознания, практическим субъектом которого является человечество» [Бернацкий, Макухин, 2016, 39].

Проблема «больших чисел» как вхождение в проблематику АП

Г. Вейль, В.К. Гейзенберг, П.А. Дирак, Э. Милн, Р. Фейнман, А. Эддингтон и другие видные ученые конца XIX – начала XX в. в данной статье представляют интерес с точки зрения предпринятых ими попыток объяснить совпадения колоссальных астрофизических параметров, которые получили название «большие числа» («large numbers»). Последние, по словам видного современного историка физики К.А. Томилина, являются «эмпирическими параметрами современной физической картины мира и отражают свойства Вселенной в целом, звезд и соотношение между гравитационным и остальными взаимодействиями» [Томилин, 2006, 276], а также характеризуют параметры элементарных частиц. Особенно часто встречается число 10^{40} . Известный английский космолог и физик П. Девис, приводя примеры его «повторения» в ряде «по-видимому, не связанных аспектов» естествознания, заключает: это число «полностью составлено из фундаментальных постоянных природы и поэтому, вероятно, имеет фундаментальный смысл» [Девис, 1985, 97]. Особо отметим, что «большие числа» «ни в одной математической теории не появляются... в качестве неких решений» [Томилин, 2006, 275], но часто «появляются» перед учеными. Многие из последних, отмечает К.А. Томилин, характеризовали таковое обстоятельство в качестве «загадочного». Здесь уместно привести слова немецкого физика и математика Г. Вейля, характеризовавшего одно из таких чисел¹¹ как «мистический числовой фактор» [Вейль, 1984, 349].

Не имея возможности рассмотреть все варианты объяснения рассматриваемых совпадений, воспользуемся следующим указанием К.А. Томилина. В 1920-е гг., по причине утверждения идеи нестационарности Вселенной, предположения «Эйнштейна и Вейля о возможной связи между большими числами, которые были выдвинуты ими в рамках теории стационарной Вселенной, представлялись уже не соответствующими реальности»¹² [Томилин, 2006, 285]. Поэтому мы ограничимся рассмотрением позиций британского и американского физиков П.А.М. Дирака и Р. Дикке, исходивших уже из идеи расширения Вселенной. Первый из них в статье «Космологические постоянные» (1937 г.) отмечал, что указанные константы, а именно «скорость света c , постоянная Планка h , заряд e и масса m электрона и т. д., дают набор

¹¹ А именно – отношение гравитационного взаимодействия к электромагнитному, равное опять же 10^{40} .

¹² В частности, такие «большие числа», как радиус и плотность Вселенной, оказались зависящими от космологического времени.

абсолютных единиц для измерения расстояния, времени, массы и т. д.» [Дирак, 2014, 347]. Однако же число этих констант «больше, чем требуется для этой цели, так что в результате можно получить из них некоторые безразмерные числа» [Там же]. В рамках решения вопроса о значении последних английский физик делает акцент именно на «больших числах»: порядка 10^{39} (например, соотношение электрических и гравитационных сил, действующих между электроном и протоном) и порядка 10^{78} (таково, например, соотношение массы Вселенной в целом и протона). Но для нас важны те дираковские рассуждения, которые рядом современных ученых оцениваются в качестве «самого элегантного» объяснения совпадений больших чисел. Суть таковых размышлений состоит в обращении к времени существования Вселенной – $2 \cdot 10^9$ лет. Будучи выраженным в единицах измерения, определяемых атомными постоянными, этот «возраст» близок именно к 10^{39} ! Это позволяет П.А.М. Дираку «в качестве общего принципа» постулировать: «все большие числа порядка 10^{39} , 10^{78} ... появляющиеся в общих физических теориях... попросту равны t , t^2 ... где t есть современная эпоха, выраженная в атомных единицах» [Там же]. По мнению ученого, рассмотренное устраняет необходимость в теории, объясняющей числа порядка 10^{39} . Здесь уместны слова о том, что развиваемый П.А.М. Дираком подход не просто объяснял «большие числа», а предложил принципиально новый взгляд на ФФП как таковые. «Идея нестационарности Вселенной, выдвинутая А. Фридманом, развитая Ж. Леметром, Э. Хабблом и Э. Милном, доводилась Дираком до окончательной завершенности – все основные мировые параметры оказывались нестационарными¹³ – Вселенная не только расширялась пространственно, но и росла ее масса, а гравитационное притяжение одновременно ослабевало» [Томилин, 2006, 288]. Современный историк науки пишет, что именно на основе этого и сформировалась новая исследовательская программа, суть которой – анализ возможных изменений ФФП. В то же время сегодня главным доводом против дираковской гипотезы выступает отсутствие «каких-либо хорошо установленных экспериментальных подтверждений изменения силы гравитационного взаимодействия» [Там же, 276]. Более того, укажем на работу пятилетней давности, в которой видные отечественные физики утверждали, что гипотеза об изменении ФФП во времени противоречит некоторым современным космологическим фактам [Архангельская, Розенталь, Чернин, 2015, 202].

Переходя к рассмотрению идей Р. Дикке, приведем слова одного из центральных современных физиков С. Вайнберга о том, что первое в современной физике применение «антропных аргументов» было сделано в 1961 г. именно Р. Дикке, причем в рамках решения проблемы, поставленной П.А.М. Дираком. Р. Дикке «указал, что вопрос о возрасте Вселенной может возникнуть, только когда имеются подходящие условия для существования жизни» [Вайнберг, 1989, 650]. Следовательно, Вселенная должна быть, с одной стороны, «достаточно старой, чтобы некоторые звезды закончили свою эволюцию на главной последовательности с тем, чтобы произвести тяжелые элементы, необходимые для жизни» [Там же], с другой стороны – «достаточно молодой, чтобы некоторые звезды все еще давали энергию за счет ядерных реакций» [Там же]. Поэтому С. Вайнберг констатирует с опорой на идеи Р. Дикке, что «нет необходимости предполагать, что какие-либо из фундаментальных констант меняются со временем» [Там же, 651], для того чтобы объяснить согласованность «больших чисел» с

¹³ Ведь «все остальные большие числа оказывались такими потому, что они зависели от космологического времени» [Томилин, 2006, 276].

временем существования Вселенной. Для целей дальнейшего нашего изложения важно учесть, что эту цепочку рассуждений С. Вайнберг связывает именно с АП. Подытоживая этот пункт, скажем, что «последнее слово» в этом вопросе должно остаться за естественниками. В данный же момент нам остается повторить мысль немецкого физика Х. Фритцша, приведенную во введении данной статьи: «Сегодня нам неизвестно... могут ли они [ФФП] изменяться со временем» [Фритцш, 2009, 391].

Классические варианты формулировок АП

«Перекидывая мостик» от предыдущего пункта к этому, укажем, что и сам термин «АП», и его первая формулировка («то, что мы ожидаем наблюдать, должно быть ограничено условиями, необходимыми для нашего существования как наблюдателей» [Картер, 1978, 370]), ставшая классической, прозвучали на симпозиуме 1973 г. в докладе британского математика и физика Б. Картера «*Совпадения больших чисел* и антропологический принцип в космологии». Признавая, что интерес к проблеме таковых совпадений был инспирирован «Космологией» (1959 г.) его соотечественника и коллеги Г. Бонди, Б. Картер пришел к принципиально иным выводам. Исходя из теории относительности и модели нестационарной Вселенной, *можно было бы «заранее, до наблюдений, предсказать все эти совпадения»* [Там же], однако же «*для таких предсказаний обязательно требуется... принцип, который можно назвать антропологическим*» [Там же]. На том же симпозиуме 1973 г. американский физик Дж.А. Уилер, предлагая объединить идеи Б. Картера¹⁴, С. Хокинга¹⁵ и Р. Дикке¹⁶, приходит к вопросу о причине «*взрывной неустойчивости*» этих физических постоянных к минимальным изменениям. Например, «*изменение постоянной тонкой структуры* всего на несколько процентов в одну сторону потребует, чтобы все звезды были красными звездами, и существование хотя бы одной звезды типа нашего Солнца при этом было бы невозможно» [Общая дискуссия..., 1978, 368]. Осмысливая сочетание всех обозначенных ФФП, Дж.А. Уилер формулирует принцип «(со)участия» [Уилер, 1982] как, пожалуй, самую парадоксальную разновидность АП.

Даже при кратком рассмотрении генезиса дебатов по вопросу АП в связи с вопросом физических постоянных нельзя игнорировать наследия советских первопроходцев этой проблематики. В первую очередь отметим астронома Г.М. Идлиса, значение идей которого для поднятой нами проблемы видно из названий его статей 1958 и 1959 гг.¹⁷ «Основные черты наблюдаемой астрономической Вселенной как *характерные свойства обитаемой* космической

¹⁴ Обобщая их таким образом: ФФП «имеют те значения, которые они имеют, поскольку другие их значения исключали бы жизнь» [Общая дискуссия..., 1978, 368].

¹⁵ Который, в чем можно согласиться с Дж.А. Уилером, писал об «ограничениях на неоднородность, которые... являются необходимыми, если Вселенная допускает жизнь, какой мы ее знаем» [Там же]. Дополним это словами самого С. Хокинга о том, что в случае *иного* начального расширения Вселенной последняя «либо сколлапсировала раньше, чем... звезды успели проэволюционировать, либо расширилась столь быстро, что гравитационная конденсация никогда не привела бы к образованию звезд» [Хокинг, 1982, 49].

¹⁶ Вселенная «меньшего размера, чем наша, существовала бы меньшее время и не давала бы возможность протекать термоядерному синтезу, необходимому для создания тяжелых элементов, жизни и познаваемости Вселенной» [Общая дискуссия..., 1978, 368].

¹⁷ «Держа в уме» проблему приоритета, не лишне будет отметить, что доклад по последней статье имел место на два года раньше, в 1957 г.

системы»¹⁸ и «Структурная бесконечность Вселенной и Метагалактика как *типичная обитаемая* космическая система»¹⁹. В более поздних работах Г.М. Идлис объясняет именно те значения ФФП, которые представляют собой «характерные свойства обитаемой космической системы», через апелляцию к концепту «Гармония Вселенной», которая «находит яркое выражение и в антропном принципе» [Идлис, 1994, www]. Физик И.Л. Розенталь, другой советский первопроходец антропной проблематики, в работе «Физические закономерности и численные значения фундаментальных постоянных» (1980 г.) формулирует следующий парадокс: «Интуитивно кажется естественным, что относительно небольшое (в пределах порядка) изменение численных значений ϕ . п.²⁰ не нарушит основных черт физической картины, а лишь изменит некоторые количественные характеристики» [Розенталь, 1980, 239]. Однако далее он разрушает эту вытекающую из «здравого смысла» «очевидность»: «проведенный анализ демонстрирует, что *изменение одной из ϕ . п. при неизменности остальных (так же как и при сохранении всех физических законов) приводит к существенному качественному следствию – невозможности существования основных устойчивых связанных состояний: ядер, атомов, звезд и галактик*» [Там же]. В работе 1986 г. И.Л. Розенталь *сутью последнего называет связь ФФП «с возможностью существования условий, при которых возникают сложные формы движения материи и, в конце концов, жизнь и человек*» [Новиков, Полнарев, Розенталь, 1986, 36]. Еще один советский автор, астрофизик и астроном И.С. Шкловский в докладе 1980 г. пишет, что «между константами, определяющими разного рода физические взаимодействия, и характеристиками Вселенной имеют место *удивительные, пока еще не понятные, соотношения*» [Шкловский, 1988, 224]. В частности, он указывает на следующее соотношение: «во Вселенной на каждые $S \approx 10^8$ фотонов приходится один протон» [Шкловский, 1987, 100], причем при превышении $S \approx 10^9$ «ни галактики, ни звезды не могли бы образоваться путем конденсации газа под действием силы тяготения» [Там же]. Следовательно, «наша реальная, объективно существующая и познаваемая Вселенная удивительно “приспособлена” для возникновения и развития в ней жизни» [Шкловский, 1988, 224]. Схожие мысли можно найти и у многих других видных представителей естествознания второй половины XX в., «пришедших» к проблеме АП через осмысление согласованности ФФП, и рассмотренного достаточно для того, чтобы можно было перейти к философскому объяснению таковой согласованности.

Диалектика Бытия и Действительности как методологическая основа нового варианта объяснения согласованности ФФП

Наиболее распространенными в современной литературе вариантами обозначенного объяснения являются:

¹⁸ См.: Идлис Г.М. Основные черты наблюдаемой астрономической Вселенной как характерные свойства обитаемой космической системы // Известия Астрофизического института АН Казахской ССР. 1958. Т. VII. С. 39-54.

¹⁹ См.: Идлис Г.М. Структурная бесконечность Вселенной и Метагалактика как типичная обитаемая космическая система // Труды VI Совещания по вопросам космогонии «Внегалактическая астрономия и космология». М.: АН СССР, 1959. С. 270-271.

²⁰ Речь идет о ФФП.

- 1) подведение под концепт «множественности миров»²¹;²²;
- 2) обращение к глобальному эволюционизму²³;
- 3) АП-телеологизм, радикальным вариантом коего выступает АП-теология²⁴;
- 4) то, что мы называем АП-«картезианским театром»²⁵;
- 5) АП-эсхатология²⁶.

Признавая, что в каждой из этих позиций (особенно второй) присутствует конструктивный момент, в то же время автор статьи и В.О. Бернацкий на основе обозначенной выше критики основных вариантов АП выдвигают следующий принципиальный тезис. Возникновение жизни (равно как и других сложных структур) есть предмет естествознания, а философия может помочь лишь разработкой методологического основания таких поисков. (Речь идет о диалектическом материализме, дополняющем категорию «случайность» «необходимостью»²⁷). Иначе говоря, проблема появления Homo sapiens для своего решения не требует привлечения идеи согласованности, гармоничности ФФП.

Изложение же нашего решения проблемы последних начнем, оттолкнувшись от рассуждений выдающегося математика, академика Ю.И. Манина. Он классифицировал физические величины как таковые следующим образом. *Во-первых*, это «естественные единицы измерения, или физически отмеченные точки спектров». Они представляют собой «не числа, а

²¹ Причём этот термин, в котором большинство участников дискуссий по АП «по умолчанию» видит «пространственно-временную гармонию разнородного сущего» [Визгин, 2007, 263], может фиксировать как Вселенную, так и этап в развитии нашей Вселенной.

²² Критический анализ этой позиции см.: Бернацкий В.О., Макухин П.Г. Антропный космологический принцип: проблема разграничения бытия и действительности // Вопросы современной науки. М.: Интернаука, 2016. Т. 10. С. 41-43; Макухин П.Г. Проблема антропного космологического принципа в свете критики А. Шопенгауэром оценки Г.В. Лейбницем нашего мира в качестве «наилучшего из всех возможных» // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. 2017. Т. 6. № 6А. С. 19-30; Макухин П.Г. Проблема соотношения философского и естественнонаучных смыслов понятия «Вселенная» в контексте дискуссий по поводу антропного космологического принципа // Современные исследования социальных проблем. 2017. Т. 9. № 2-2. С. 50-59.

²³ См.: Бернацкий В.О., Макухин П.Г. Антропный космологический принцип: проблема разграничения бытия и действительности // Вопросы современной науки. М.: Интернаука, 2016. Т. 10. С. 47-48; Колмакова Е.А., Макухин П.Г. К вопросу объяснения закономерностей, фиксируемых понятием «антропный космологический принцип», в свете концепции глобального эволюционизма как центральной идеи современной научной картины мира // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 4. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/04/64927>

²⁴ Про опасность этого подхода для конструктивного научного обсуждения АП-проблематики см.: Бернацкий В.О., Макухин П.Г. О непродуктивности толкования антропного принципа в теологическом русле // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Омские социально-гуманитарные чтения – 2016». Омск, 2016. С. 149-156; Макухин П.Г. Проблема противоречия (замысла и результата) интерпретации закономерностей, фиксируемых понятием «антропный космологический принцип», в русле естественной теологии // Концепт. 2016. № 5. URL: <http://e-koncept.ru/2016/16097.htm>

²⁵ Критический анализ этого подхода см.: Бернацкий В.О., Макухин П.Г. Антропный космологический принцип как проблема единства философии и физики // Современные исследования социальных проблем. 2016. № 3-3. С. 62-71; Макухин П.Г. Объективность научного знания в свете «принципа неопределенности» В. Гейзенберга как частного случая «принципа дополненности» Н. Бора // Концепт. 2016. № 7. URL: <http://e-koncept.ru/2016/16156.htm>

²⁶ См.: Бернацкий В.О., Макухин П.Г. Антропный космологический принцип и эсхатология // Динамика систем, механизмов и машин. 2016. № 1. Т. 4. С. 364-369.

²⁷ Про значение такого дополнения для обсуждения АП-проблематики см.: Бернацкий В.О., Макухин П.Г. Антропный космологический принцип в свете неразрывности «необходимости и случайности» // Современные исследования социальных проблем. 2016. № 4-3. С. 38-51.

такие величины, как G , c , h , m_e , e (заряд электрона)» [Манин, 2008, 165], т. е. «размерные характеристики некоторых явлений, поддающихся воспроизведению многократно, с высокой степенью точности» [Там же], свидетельствующие о том, что «природа тиражирует элементарные ситуации огромными сериями» [Там же]. Во-вторых, это «истинные, или безразмерные, константы», представляющие собой «отношения нескольких отмеченных точек на спектре величины одной размерности, например, отношения масс электрических частиц» [Там же], в частности электрона и протона. К этому же пункту Ю.И. Манин относит и ту константу, которой, напомним, придавал особое значения один из зачинателей дискуссий по поводу АП Дж.А. Уилер, – «постоянную тонкой структуры». При этом для нас важно указание советского математика на отсутствие теоретического объяснения размера этой константы [Там же, 166]. В-третьих, это «коэффициенты пересчета из одних масштабов в другие, например, из атомных в “человеческие”» [Там же]: число Авогадро, «световой год», выраженный в километрах. И, наконец, четвертую из выделяемых им разновидностей физических величин Ю.И. Манин называет «диффузными спектрами». Речь о характеристиках «материалов (не элементов или чистых соединений, а обыкновенных технологических марок стали, алюминия, меди), астрономические данные (масса Солнца, диаметр Галактики...) и многие в том же роде» [Там же, 167]. На закономерно возникающий вопрос о том, что же объединяет этот, казалось бы, разнородный массив, отечественный математик отвечает: «природа производит камни, планеты, звезды и Галактики, не заботясь об их одинаковости, в отличие от электронов, но все же их характеристики меняются лишь в достаточно определенных пределах» [Там же]. Краткое рассмотрение этой классификации физических величин подытожим указанием на то, что нас в контексте проблемы АП интересуют первые два пункта, которые в совокупности и составляют ФФП. Однако мы и в их отношении считаем правомерным утверждать тот момент, который Ю.И. Манин утверждает в отношении входящих в третий пункт классификации «коэффициентов пересчета» из атомных масштабов в «антропные». Этим моментом является «человекоподобность» физических величин: никого же не удивляет, что «световой год» равен 9 460 000 миллионам именно километров или 31 040 026 246 миллионам именно футов. Или что длины меридиана, проходящего через Париж, равна сорока миллионам именно метров. Мы же «идем еще дальше», утверждая, что физические величины как таковые суть инструменты и продукты становления Действительности. Этим термином В.О. Бернацкий, опираясь на многовековую, хотя и «подспудную» традицию, обозначает «социализированную» сферу Бытия как реальной для нас, но в то же время независимой от нас реальности (другими словами, познавательно и/или практические «освоенную» человечеством область последнего²⁸). Это позволяет охарактеризовать Действительность как объективную – и человечества в целом, и для отдельных людей. Для данной же статьи особенно важны следующие его слова: с точки зрения таковой онтологии «человеческое знание и человеческая деятельность – это *равноправные свойства Действительности наряду с физическими, химическими* и другими вещественными свойствами» [Бернацкий, 2016, 37-38]. Соответственно, благодаря ФФП Действительность становится возможным описывать, познавать (в том числе и на концептуальном уровне, включая и научную форму) и на этом основании изменять. Разрабатывая на базе таковой методологии новое решение философских проблем естествознания, в первую очередь АП, автор

²⁸ Подробнее см.: Бернацкий В.О. Как возможна общечеловеческая философия // Вестник Омского отделения Академии гуманитарных наук. 2001. № 6. С. 5-10; Бернацкий В.О. Онтология: бытие или рассуждение о действительности? // Вестник Омского отделения Академии гуманитарных наук. 2000. № 5. С. 6-14.

данной статьи и В.О. Бернацкий уже обосновывали тезис о том, что «дюйм, сантиметр, метр, аршин, локоть, фут, минута, час, год, числа и их соотношение – все это не имеет прямого отношения к собственно природно-космическим “вещам” как объектам Бытия, их свойствам и проводимых человеком измерениям²⁹. <...> Ни одно космическое тело не может иметь, и не имеет, ни формы по математической формуле, тем более, “по циркулю” (Земля ли, Марс, астероид), ни размеров “по золотому сечению”, например. По циркулю и золотому сечению можно создать только чертеж и рукотворный предмет, изделие» [Бернацкий, Макухин, 2016, 54-55]. Следовательно, и чертеж, и циркуль, и математическая формула, и сумма углов треугольника, и числа π , e , и т. д., и числа Фибоначчи, и, наконец, значения ФФП *в рамках нашего подхода суть элементы Действительности (т. е. инструменты ее становления, изучения и преобразования, и в то же время – продукты этого процесса)*. В связи с этим нельзя не повторить наше указание на то, казалось бы, очевидное обстоятельство, которое нередко упускается из вида в дискуссиях по проблеме АП: «нет и не может быть измерений завершенной точности как линейных и объемных, так и временных» [Бернацкий, Макухин, 2016, 41]. Здесь уместны слова специалиста из Главной (Пулковской) астрономической обсерватории РАН С.Г. Каршенбойма о том, что уточнение значений ФФП «представляет собой задачу, требующую привлечения наиболее продвинутых экспериментальных и теоретических методов» [Каршенбойм, 2013, 935]. Для ее решения создана Рабочая группа по фундаментальным константам при Комитете данных для науки и техники Международного совета по науке, раз в четыре года подготавливающая таблицы рекомендованных значений ФФП [Там же]. Эти слова, отметим, были сказаны в 2013 г., и нет оснований сомневаться, что прогресс в указанных методах будет способствовать бесконечному уточнению значений ФФП, в то время как неокончательные варианты последних не одно десятилетие сопоставляются между собой, давая основание для выводов о «удивительной», «необъяснимой», даже «мистический» согласованности.

Однако мы отдаем себе отчет в том, что рассмотренный в двух первых пунктах настоящей статьи материал из области физики и математики дает основание для формулирования как минимум двух острых вопросов. *Во-первых*, нам могут указать хотя бы на следующую «троицу»: А. Эйнштейн с его «произвольных постоянных не существует»³⁰, Дж.А. Уилер, обосновавший «взрывную неустойчивость» физических констант к изменениям их значений, и И.Л. Розенталь с его «границами» «основных устойчивых состояний» (от атомов до галактик). Следовательно, как же согласованность ФФП можно «ограничивать лишь Действительностью»?! Иначе говоря, почему автор этой статьи отрицает «тонкую настройку Вселенной» как части Бытия? *Во-вторых*, нам могут указать на такое «большое число», как космологическое время, выраженное в атомных единицах³¹, – разве оно не характеризует именно Бытие?

²⁹ Позволим себе проиллюстрировать это шуточным (по форме, но не по содержанию) примером. Когда герои мультфильма «38 попугаев» измерили длину удава «в попугаях» и выяснили, что она равна «68 попугаям», они же не стали делать выводов о том, что между величинами «длина попугая» и «длина удава» существует какая-либо «необъяснимая связь». Иначе говоря, эти четверо друзей понимали, что если нечто измеряешь «в попугаях», то не стоит удивляться, что результат измерения будет соразмерен именно «длине попугая», а не, например, «длине мартышки».

³⁰ Напомним еще про мысль А. Эйнштейна о том, что в выражения законов природы входят лишь те постоянные, чьи «численные значения нельзя менять, не разрушая теории».

³¹ С которым, напомним, П.А.М. Дирак связывал все остальные большие числа.

На первый вопрос ответим указанием на следующую диалектику современных естественнонаучных данных: с одной стороны, они все более подтверждают восходящую к Левкиппу и Демокриту идею самодвижения (неизбежно приводящего к различным столкновениям, взаимодействиям) в качестве атрибута природы как таковой³² (в рамках естествознания это было осознано основоположниками синергетики³³), с другой стороны, факты современного естествознания свидетельствуют в пользу и той имеющей длинные историко-философские «корни» идеи, которую – вновь апеллируя к классикам синергетики – сформулируем как возможность (само)стабилизации систем различной природы, причем масштаб этого процесса пропорционален сложности системы³⁴. Диалектическое единство двух этих процессов не позволяет смотреть на значения ФФП как на случайные, что, в свою очередь, в принципе снимает вопрос о том, каким же образом случайные величины совпали друг с другом, образовав «тонкую настройку Вселенной».

На второй же вопрос (о времени³⁵) ответим нашим выводом, обоснованным в других работах³⁶: оно «становится реальным предметом собственно физической и философской рефлексии, если его рассматривать в качестве фундаментального свойства особым образом истолкованной Действительности и, принципиально, – в противоположность Бытию» [Бернацкий, Макухин, Действительность..., 2017, 61]. Если нам возразят: «Но Вы же не можете отрицать того обстоятельства, что Бытие изменяется, Вы же сами в прошлом абзаце описывали соответствующие процессы! А “где” же происходят изменения, как не во времени?», ответим так. Человечество не может знать, «как» и «куда» Бытие изменяется, пока не исследует и не означает *время как феномен Действительности*. Проясняя эту методологическую позицию и одновременно вписывая ее в историко-философский контекст, скажем, что одними из первых ее теоретических источников мы считаем онтологию Платона³⁷ и Аристотеля³⁸. Что же касается использования этой методологии сегодня, в том числе для решения проблемы больших чисел

³² Приведем лаконичные цитаты указанных атомистов, которые оцениваем в качестве гениального «схватывания» того обстоятельства, что все элементы Бытия находятся в движении и, соответственно, случайным образом сталкиваются, взаимодействуют, образуя различные миры. По Левкиппу, последние «возникают тогда, когда тела впадают в пустоту и прилегают друг к другу» [Диоген Лаэртский, 1986, 342]; согласно же Демокриту, «миры бесконечны и подвержены возникновению и разрушению. <...> Атомы тоже бесконечны по величине и количеству, они вихрем несутся во Вселенной и этим порождают все сложное» [Там же, 346].

³³ Поскольку это достаточно известный момент, ограничимся лаконичной констатацией из «Философии нестабильности» (1989 г.) И.Р. Пригожина: если понятие последней в классической науке «было, в некоем смысле, идеологически запрещено» [Пригожин, 1991, 46], то сегодня, «принимая в науке идею нестабильности, мы достигаем тем самым и более широкого понимания сущности самой науки» [Там же, 47].

³⁴ В качестве примера укажем на рассуждения Г. Хакена об эффекте стабилизации в неживой природе [Хакен, 2003, 51-54] и обществе [Там же, 210-211], а также Е.Н. Князевой и С.П. Курдюмова о том, что «в сложноорганизованных нелинейных системах колебания становятся более частными, а их амплитуда уменьшается» [Князева, Курдюмов, 2002, 103], в результате чего такая система «сама как бы себя стабилизирует».

³⁵ В данном случае – существования Вселенной.

³⁶ Ссылки на которые приведены ниже.

³⁷ Который, поставив революционный на тот момент вопрос о причине времени, отвечая на него, по сути, «отделил» время от тех или иных объектов, «отправив» его «в вечность».

³⁸ Его учение о движении «мировой души», которая измеряет и тем самым конституирует время как таковое, мы оцениваем в качестве предвосхищения диалектики вечного, даже вневременного Бытия и Действительности, атрибутом которой и является время.

(конкретно – космологического времени), скажем следующее. Вместе с возникновением в безначальном и бесконечном Бытии субъекта разумной практической деятельности (из которых нам пока известно человечество Земли) можно говорить о «начале времени» как фундаментального свойства Действительности и, соответственно, о единицах измерения времени как элементах последней.

Заключение

Мы рассмотрели и «первые шаги» представителей естествознания в проблемном поле, получившем впоследствии название «АП», и ставшие классическими варианты его формулировок, и наиболее распространенные в современных дебатах («на стыке» философии и естествознания) варианты объяснения фиксируемых антропным принципом закономерностей. Именно неудовлетворенность каждым из этих вариантов (которую, конечно, мы не имели возможности обосновать в рамках этой статьи, но дали ссылки на соответствующие работы) и заставила нас разрабатывать свой подход к проблеме АП, в частности к вопросу ФФП. Значения последних в рамках такого подхода представляют собой результаты математических процедур исследователей с численными величинами в условиях принципиальной неабсолютности измерений. Однако вытекающее отсюда рассмотрение ФФП в качестве элементов Действительности (чему, собственно, и была посвящена данная статья) нельзя трактовать как утверждение произвольности, случайности значений ФФП. Предостерегая читателя от такого вывода, мы уже говорили (со ссылкой на выводы синергетики), что элементам Бытия свойственна «притертость» друг к другу как результат, с одной стороны, их самодвижения, столкновений, взаимодействий, с другой стороны – самостабилизации природных систем, возникающих в результате описанных выше хаотических процессов (иначе говоря, в итоге образования закономерных связей между случайным образом взаимодействовавшими «вещами»). В каждой из них, т. е. в *каждом элементе Бытия*, при формировании Действительности могут быть выделены различные «предметы» как *элементы последней*³⁹. Параметры так понимаемых «предметов» и были зафиксированы естествознанием XX в. в качестве ФФП, но, по причине методологической неразделенности двух рассматриваемых нами областей реальности, «по умолчанию» рассматривались как присущие Бытию⁴⁰, что и породило потребность сформулировать АП в качестве «методологического костыля».

Но все рассмотренное касается сформулированного нами ответа на вопрос, который во введении был обозначен как «во-вторых». Переходя же к первому вопросу, касающемуся статуса математических объектов, позволим себе так интерпретировать приведенную в начале статьи классификацию ответов на указанный вопрос: в рамках нашего подхода мы соглашаемся

³⁹ Другими словами, она создается человечеством «не на пустом месте».

⁴⁰ Позволим себе проиллюстрировать это, повторив наш пример: для воды «необходимо» два атома водорода и один кислорода. Но ведь и состояний ее множество, и точек кипения, и замерзания в зависимости от условий среды, которых тоже великое множество» [Бернацкий, Макухин, Антропный космологический принцип: проблема..., 2016, 54]. Соответственно, мы можем *произвольно* выбрать из огромного множества этих параметров (измеренных, повторим, с известной долей погрешности) некоторые и сопоставить их со столь же произвольно отобранными параметрами, например, Вселенной в целом, сделав далекоидущие выводы.

с реализмом Платона⁴¹ в том, что объекты математики не есть некие чисто субъективные конструкции (каковыми их считает *номинализм*), и в то же время мы не можем согласиться, что мир эйдосов это и есть Бытие: как, возможно, уже догадался читатель, указанный мир мы считаем одной из первых интуиций Действительности. Иначе говоря, прокламируемая «космическим принципом»⁴² Аристотеля «соразмерность» человеку есть свойство не Бытия, а Действительности⁴³.

Таким образом, имеются основания заключить, что разрабатываемый нами вариант философской рефлексии над ФФП открывает в определенном смысле новые перспективы решения проблем и АП, и статуса математических объектов.

Библиография

1. Архангельская И.В., Розенталь И.Л., Чернин А.Д. Космология и физический вакуум. М.: КРАСАНД, 2015. 216 с.
2. Бернацкий В.О. Об объекте философии: от Бытия к Действительности // Национальные приоритеты России. 2016. № 1. С. 36-41.
3. Бернацкий В.О., Макухин П.Г. Антропный космологический принцип: проблема разграничения бытия и действительности // Вопросы современной науки. М.: Интернаука, 2016. Т. 10. С. 39-58.
4. Бернацкий В.О., Макухин П.Г. Действительность как методологическая основа решения парадокса времени // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Познание. 2017. № 5-6. С. 61-65.
5. Бряник Н.В., Томюк О.Н. (ред.) История и философия науки. Екатеринбург, 2014. 288 с.
6. Вайнберг С. Проблема космологической постоянной // Успехи физических наук. 1989. Т. 158. Вып. 4. С. 639-678.
7. Вейль Г. Избранные труды. Математика. Теоретическая физика. М.: Наука, 1984. 511 с.
8. Визгин В.П. Идея множественности миров. Очерки истории. М.: ЛКИ, 2007. 336 с.
9. Виленкин А. Мир многих миров: физики в поисках параллельных вселенных. М.: Астрель, 2010. 303 с.
10. Вязовкин В.С. Антропный принцип // Новейший философский словарь. Минск: Книжный Дом, 2003.
11. Гутнер Г.Б. Философия математики // Новая философская энциклопедия: в 4 т. М.: Мысль, 2010. Т. 4. С. 216-218.
12. Девис П. Случайная Вселенная. М.: Мир, 1985. 160 с.
13. Диоген Лаэртский. О жизни, учениях и изречениях знаменитых философов. М.: Мысль, 1986. 571 с.
14. Дирак П.А.М. Космологические постоянные // С чего началась космология. Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2014. С. 347-348.
15. Идлис Г.М. Гармония мироздания // Дельфис. 1994. № 2. URL: <http://www.delphis.ru/journal/article/garmoniya-mirozdaniya#l7>
16. Картер Б. Совпадения больших чисел и антропологический принцип в космологии // Космология: теории и наблюдения. М.: Мир, 1978. С. 369-379.
17. Каршенбойм С.Г. Прогресс в уточнении фундаментальных физических констант: рекомендованные значения КОДАТА 2010 // Успехи физических наук. 2013. Т. 183. № 9. С. 935-962.
18. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Основания синергетики. Режимы с обострением, самоорганизация, темпомиры. СПб.: Алетейя, 2002. 414 с.
19. Манин Ю.И. Математика как метафора. М.: МЦНМО, 2008. 400 с.
20. Новиков И.Д., Полнарев А.Г., Розенталь И.Л. Численные значения фундаментальных постоянных и антропный

⁴¹ Относящим рассматриваемые объекты к миру эйдосов, в связи с чем уместно привести известное сравнение материальных вещей с отбрасываемыми последними тенями: «разве ты думаешь, что находясь в таком положении (речь об «узниках пещеры». – М.П.), люди что-нибудь видят... кроме теней, отбрасываемых огнем на расположенную перед ними стену пещеры?» [Платон, 1994, т. 3, 295]; более того, находящиеся в таковой ситуации люди «полностью принимали бы за истину тени проносимых мимо предметов» [Там же, 296].

⁴² Утверждающий «гармоничность и органическая соразмерность Космоса и человека, уподобление второго первому» [Павленко, 1997, 184].

⁴³ Подробнее см.: Макухин П.Г. «Космический принцип» Платона как один из первых вариантов предвосхищения «антропного космологического принципа» // Научная дискуссия: инновации в современном мире. 2016. № 9. С. 89-97.

- принцип // Проблема поиска жизни во Вселенной. М.: Наука, 1986. С. 36-40.
21. Общая дискуссия и короткое сообщение // Космология: теории и наблюдения. М.: Мир, 1978. С. 366-368.
 22. Окунь Л.Б. Фундаментальные константы физики // Успехи физических наук. 1991. Т. 161. № 9. С. 177-194.
 23. Павленко А.Н. Антропный принцип: истоки и следствия в европейской научной рациональности // Философско-религиозные истоки науки. М.: Мартис, 1997. С. 178-218.
 24. Платон. Собрание сочинений: в 4 т. М.: Мысль, 1994. Т. 3. 654 с.
 25. Пригожин И.Р. Философия нестабильности // Вопросы философии. 1991. № 6. С. 46-57.
 26. Розенталь И.Л. Физические закономерности и численные значения фундаментальных постоянных // Успехи физических наук. 1980. Т. 121. С. 239-256.
 27. Спиридонов О.П. Фундаментальные физические постоянные. М.: Высшая школа, 1991. 238 с.
 28. Томилин К.А. Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах. М.: Физматлит, 2006. 368 с.
 29. Уилер Дж. Квант и Вселенная // Астрофизика, кванты и теория относительности. М.: Мир, 1982. С. 535-558.
 30. Фаустов Р.Н. Фундаментальные физические константы // Физическая энциклопедия: в 5 т. М.: Большая российская энциклопедия, 1998. Т. 5. С. 381-383.
 31. Фритцш Х. Фундаментальные физические постоянные // Успехи физических наук. 2009. Т. 179. № 4. С. 383-392.
 32. Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии. М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. 320 с.
 33. Хокинг С. Виден ли конец теоретической физики? // Природа. 1982. № 5. С. 48-56.
 34. Шкловский И.С. Вселенная, жизнь, разум. М.: Наука, 1987. 320 с.
 35. Шкловский И.С. Проблемы современной астрофизики. М.: Наука, 1988. 251 с.
 36. Эйнштейн А. Собрание научных трудов: в 4 т. М.: Наука, 1967. Т. 4. 599 с.

The fundamental physical constants as tools for and products of the formation of "Reality" (the experience of adopting a new methodological approach to the problem of the "fine-tuning of the Universe")

Petr G. Makukhin

PhD in Philosophy,
Associate Professor at the Department of history, philosophy and social communications,
Omsk State Technical University,
644050, 11 Mira av., Omsk, Russian Federation;
e-mail: petr_makuhin@mail.ru

Abstract

The article deals with the fundamental physical constants as tools for and products of the formation of "Reality". It points out that the ultimate level of reflection on the fundamental physical constants goes beyond the philosophy of mathematics, in which it acts as one of the directions in the understanding of the status of mathematical objects, touching on other areas of love of wisdom. The author of the article pays attention to the fact that the natural scientific understanding of the anthropic principle "grew" out of the steps taken by the scientists of the late 19th and the early 20th centuries towards explaining the coincidences of "large numbers". Corresponding ideas of the mathematicians, physicists, cosmologists of the 20th century are reinterpreted on the basis of the methodological approach to solving the philosophical problems of natural science (primarily the anthropic principle and time), which is developed by the author of the article and V.O. Bernatskii. The "fine-tuning of the Universe" refers not to Being, but to Reality as a cognitively and/or practically "mastered" area of the latter by humanity, which eliminates the need for the anthropic

Petr G. Makukhin

principle to explain the consistency/harmony of the fundamental physical constants (in other words, their "explosive instability" to minimal changes in values).

For citation

Makukhin P.G. (2020) Fundamental'nye fizicheskie postoyannye kak instrumenty i produkty stanovleniya "Deistvitel'nosti" (opyt novogo metodologicheskogo podkhoda k probleme "tonkoi nastroiiki Vselennoi") [The fundamental physical constants as tools for and products of the formation of "Reality" (the experience of adopting a new methodological approach to the problem of the "fine-tuning of the Universe")]. *Kontekst i refleksiya: filosofiya o mire i cheloveke* [Context and Reflection: Philosophy of the World and Human Being], 9 (2A), pp. 57-72. DOI: 10.34670/AR.2020.68.61.006

Keywords

Fundamental physical constants, anthropic cosmological principle, Being and Reality, modern natural science, cosmology and philosophy, methodology of science, synergetics.

References

1. Arkhangel'skaya I.V., Rozentel' I.L., Chernin A.D. (2015) *Kosmologiya i fizicheskii vacuum* [Cosmology and the physical vacuum]. Moscow: KRASAND Publ.
2. Bernatskii V.O. (2016) Ob ob'ekte filosofii: ot Bytiya k Deistvitel'nosti [On the object of philosophy: from Being to Reality]. *Natsional'nye prioritety Rossii* [Russia's national priorities], 1, pp. 36-41.
3. Bernatskii V.O., Makukhin P.G. (2016) Antropnyi kosmologicheskii printsip: problema razgranicheniya bytiya i deistvitel'nosti [The anthropic cosmological principle: the problem of the differentiation between being and reality]. In: *Voprosy sovremennoi nauki* [Issues of modern science], Vol. 10. Moscow: Internauka Publ., pp. 39-58.
4. Bernatskii V.O., Makukhin P.G. (2017) Deistvitel'nost' kak metodologicheskaya osnova resheniya paradoksa vremeni [Reality as a methodological basis for solving the time paradox]. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Poznanie* [Modern science: topical problems of theory and practice. Series: Cognition], 5-6, pp. 61-65.
5. Bryanik N.V., Tomyuk O.N. (eds.) (2014) *Istoriya i filosofiya nauki* [The history and philosophy of science]. Ekaterinburg.
6. Carter B. (1974) Large number coincidences and the anthropic principle in cosmology. In: *Confrontation of cosmological theories with observational data*. Springer, pp. 291-298. (Russ. ed.: Carter B. (1978) Sovpadeniya bol'shikh chisel i antropologicheskii printsip v kosmologii. In: *Kosmologiya: teorii i nablyudeniya* [Cosmology: theories and observations]. Moscow: Mir Publ., pp. 369-379.)
7. Davies P. (1982) *The accidental Universe*. Cambridge University Press. (Russ. ed.: Davies P. (1985) *Sluchainaya Vseennaya*. Moscow: Mir Publ.)
8. Diogenes Laërtius (1986) *O zhizni, ucheniyakh i izrecheniyakh znamenitnykh filosofov* [On the life, teachings and sayings of famous philosophers]. Moscow: Mysl' Publ.
9. Dirac P.A.M. (1937) The cosmological constants. *Nature*, 139. (Russ. ed.: Dirac P.A.M. (2014) Kosmologicheskie postoyannye. In: *S chego nachalas' kosmologiya* [How cosmology started]. Izhevsk: Regul'yarnaya i khaoticheskaya dinamika Publ., pp. 347-348.)
10. Einstein A. (1967) *Sobranie nauchnykh trudov: v 4 t.* [Collected scientific works: in 4 vols.], Vol. 4. Moscow: Nauka Publ.
11. Faustov R.N. (1998) Fundamental'nye fizicheskie konstanty [The fundamental physical constants]. In: *Fizicheskaya entsiklopediya: v 5 t.* [Encyclopaedia of physics: in 5 vols.], Vol. 5. Moscow: Bol'shaya rossiiskaya entsiklopediya Publ., pp. 381-383.
12. Fritsch H. (2009) Fundamental'nye fizicheskie postoyannye [The fundamental physical constants]. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Advances in physical sciences], 179 (4), pp. 383-392.
13. Gutner G.B. (2010) Filosofiya matematiki [The philosophy of mathematics]. In: *Novaya filosofskaya entsiklopediya: v 4 t.* [New encyclopaedia of philosophy: in 4 vols.], Vol. 4. Moscow: Mysl' Publ., pp. 216-218.
14. Haken H. (1981) *Erfolgsgeheimnisse der Natur: Synergetik, die Lehre vom Zusammenwirken*. (Russ. ed.: Haken H. (2003) *Tainy prirody. Sinergetika: uchenie o vzaimodeistvii*. Moscow; Izhevsk: Institute for Computer Research.)
15. Hawking S. (1982) Viden li konets teoreticheskoi fiziki? [Is the end in sight for theoretical physics?] *Priroda* [Nature], 5, pp. 48-56.

16. Idlis G.M. (1994) Garmoniya mirozdaniya [The harmony of the Universe]. *Del'fis* [Delphis], 2. Available at: <http://www.delphis.ru/journal/article/garmoniya-mirozdaniya#17> [Accessed 27/02/20].
17. Karshenboim S.G. (2013) Progress v utocnenni fundamental'nykh fizicheskikh konstant: rekomendovannye znacheniya KODATA 2010 [Progress in specifying the fundamental physical constants: the CODATA recommended values]. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Advances in physical sciences], 183 (9), pp. 935-962.
18. Knyazeva E.N., Kurdyumov S.P. (2002) *Osnovaniya sinergetiki. Rezhimy s obostreniem, samoorganizatsiya, tempomiry* [Foundations of synergetics. Modes with aggravation, self-organisation, tempoworlds]. St. Petersburg: Aleteiya Publ.
19. Manin Yu.I. (2008) *Matematika kak metafora* [Mathematics as a metaphor]. Moscow: Moscow Center for Continuous Mathematical Education.
20. Novikov I.D., Polnarev A.G., Rozental' I.L. (1986) Chislennyye znacheniya fundamental'nykh postoyannykh i antropnyi printsip [Numerical values of the fundamental constants and the anthropic principle]. In: *Problema poiska zhizni vo Vselennoi* [The problem of searching for life in the Universe]. Moscow: Nauka Publ., pp. 36-40.
21. Obshchaya diskussiya i korotkoe soobshchenie [General discussion and a short message] (1978). In: *Kosmologiya: teorii i nablyudeniya* [Cosmology: theories and observations]. Moscow: Mir Publ., pp. 366-368.
22. Okun' L.B. (1991) Fundamental'nye konstanty fiziki [The fundamental constants of physics]. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Advances in physical sciences], 161 (9), pp. 177-194.
23. Pavlenko A.N. (1997) Antropnyi printsip: istoki i sledstviya v evropeiskoi nauchnoi ratsional'nosti [The anthropic principle: the origins and consequences in European scientific rationality]. In: *Filosofsko-religioznye istoki nauki* [Philosophical and religious origins of science]. Moscow: Martis Publ., pp. 178-218.
24. Plato (1994) *Sobranie sochinenii: v 4 t.* [Collected works: in 4 vols.], Vol. 3. Moscow: Mysl' Publ.
25. Prigozhin I.R. (1991) Filosofiya nestabil'nosti [The philosophy of instability]. *Voprosy filosofii* [Issues of philosophy], 6, pp. 46-57.
26. Rozental' I.L. (1980) Fizicheskie zakonomernosti i chislennyye znacheniya fundamental'nykh postoyannykh [Physical regularities and numerical values of the fundamental constants]. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Advances in physical sciences], 121, pp. 239-256.
27. Shklovskii I.S. (1988) *Problemy sovremennoi astrofiziki* [The problems of modern astrophysics]. Moscow: Nauka Publ.
28. Shklovskii I.S. (1987) *Vselennaya, zhizn', razum* [The Universe, life, intellect]. Moscow: Nauka Publ.
29. Spiridonov O.P. (1991) *Fundamental'nye fizicheskie postoyannye* [The fundamental physical constants]. Moscow: Vysshaya shkola Publ.
30. Tomilin K.A. (2006) *Fundamental'nye fizicheskie postoyannye v istoricheskom i metodologicheskom aspektakh* [The fundamental physical constants in historical and methodological aspects]. Moscow: Fizmatlit Publ.
31. Vilenkin A. (2007) *Many worlds in one: the search for other universes*. Hill and Wang. (Russ. ed.: Vilenkin A. (2010) *Mir mnogikh mirov: fiziki v poiskakh parallel'nykh vseleennykh*. Moscow: Astrel' Publ.)
32. Vizgin V.P. (2007) *Ideya mnozhestvennosti mirov. Ocherki istorii* [The idea of many worlds. An outline of the history]. Moscow: LKI Publ.
33. Vyazovkin B.C. (2003) Antropnyi printsip [The anthropic principle]. In: *Noveishii filosofskii slovar'* [The newest dictionary of philosophy]. Minsk: Knizhnyi Dom Publ.
34. Weinberg S. (1989) Problema kosmologicheskoi postoyannoi [The cosmological constant problem]. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Advances in physical sciences], 158 (4), pp. 639-678.
35. Weyl H. (1984) *Izbrannyye trudy. Matematika. Teoreticheskaya fizika* [Selected works. Mathematics. Theoretical physics]. Moscow: Nauka Publ.
36. Wheeler J. (1982) Kvant i Vselennaya [The quantum and the Universe]. In: *Astrofizika, kvanty i teoriya otноситel'nosti* [Astrophysics, quanta and the theory of relativity]. Moscow: Mir Publ., pp. 535-558.